

дрібнодисперсного мартенситу, так званого «білого шару», що має вищу, ніж у мартенситу гарту зносостійкість та інші фізико-механічні та експлуатаційні характеристики. Переважання тих або інших факторів визначає характер утворення і, можливо, властивості білого шару. Цей висновок підтверджується тим, що білий шар був отриманий як в процесах і умовах, що виключають фазові перетворення, так і в процесах, що виключають дифузійні явища.

При ЕМО дискретного типу через місце контакту пропускається електричний струм великої густини та низької напруги. В місці контакту формуються масляемкі лунки, які сприяють підвищенню мастильної здатності, а також утриманню продуктів зношування, утворених в процесі роботи деталі. Навколо лунок формується метастабільна структура, яка утворюється внаслідок швидкого нагрівання електричним струмом та наступного швидкого охолодження за рахунок відводу тепла вглиб деталі.

В даній роботі було проведено дослідження структурного стану поверхневого шару після дискретної ЕМО. Встановлено, внаслідок швидкого нагрівання не забезпечується однорідність аустеніта, тому при охолодженні утворюється неоднорідний за хімічним складом дрібногочастий мартенсит. Така будова мартенситу обумовлює його високу твердість порівняно з гомогенним, який одержують при звичайному гартуванні. Утворена зміцнена мартенситна структура навколо лунок має сприятливий рівень стискаючих залишкових напружень, які суттєво підвищують межу витривалості сталі і тріщиностійкість лунок та сприяють підвищенню зносостійкості деталі в цілому.

Сутність способу електроконтактної цементації (ЕКЦ) полягає в тому, що на внутрішню циліндричну поверхню оброблюваної втулки з струмопровідного матеріалу встановлюється прошарок з вуглецевого тканого матеріалу, а електрод-індентор розташовується у зоні обробки. Електрод-індентор та втулка під'єднуються до джерела живлення малої напруги і великої сили струму. В результаті в зоні контакту виникає великий електричний опір внаслідок чого поверхня контакту нагрівається. Таким чином, під дією великого термічного впливу і механічного тиску відбувається процес дифузійного насичення поверхневого шару в зоні контакту вуглецем.

Вищеописаний спосіб використано для створення на поверхні деталей з низьковуглецевої сталі шару з твердими та м'якими зонами. Така структура забезпечує підвищення зносостійкості завдяки наявності науглецьованих ділянок та покращує змащування поверхні за рахунок незміцнених ділянок, в яких під час тертя затримуються і мастило і продукти зношування.

Для проведення електроконтактної цементації було обрано сталь 20, а джерелом вуглецю - тканина з вуглецевих волокон ТГН-2М. За рахунок джерела живлення вуглецевий матеріал нагрівався до температури, що перевищує 2000 °С, що є достатньою для поверхневого оплавлення низько

вуглецевої сталі на глибину до 1 мм. Внаслідок науглецьовання вміст вуглецю в поверхневому шарі зростає до 3,0 – 3,5 %. Встановлено, що структура насиченого шару по глибині неоднорідна і має декілька структурних зон. На поверхні сформувалась структура ледебуриту з орієнтованими вглиб дендритами, що пронизують лунку від поверхні до перехідної зони, структура якої – мартенсит та залишковий аустеніт.

Дискретна ЕКЦ з використанням електроконтактного нагрівання та вуглецевого матеріалу дозволила сформувати в поверхневому шарі дискретно зміцнені зони з ледебуритною структурою високої твердості, що в поєднанні з основним металом можуть забезпечити високу зносостійкість.

*Андрущенко М.И., Куликовский Р.А., Савонов Ю.Н.
ЗНТУ, Запорозьє, Україна*

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ШТАМПОВ ПРЕСС-ФОРМ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОГНЕУПОРНЫХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Известен широкий диапазон деталей, восстановление которых износоустойчивыми наплавочными материалами с большим количеством упрочняющей фазы, является практически невозможным по условиям эксплуатационной надежности. Одним из примеров таких деталей являются цементованные штампы пресс-форм из сталей 20Х, 08Х13, применяемых при прессовании огнеупорных или строительных изделий.

Испытания металла в преимущественно бескарбидном состоянии наплавленного промышленными выпускаемыми электродными материалами не позволили выбрать такие, которые бы отвечали требованиям современного производства по уровню износостойкости и эксплуатационной надежности. В настоящее время штампы на предприятиях или не восстанавливаются или наплавляются низкоуглеродистыми ферритными или аустенитными материалами, обеспечивающими крайне низкий уровень износостойкости.

В связи с этим, с целью разработки материалов более полно отвечающих условиям эксплуатации штампов, исследовали четыре группы опытных модельных сплавов системы Fe-C-Cr в широком диапазоне фазовых состояний.

Испытания проводили на лабораторном стенде, имитирующем условия абразивного изнашивания деталей пресс-форм для прессования строительных и огнеупорных изделий.

Установлено что эффективность управления структурой с точки зрения способности к упрочнению и сопротивляемости изнашиванию сталей в бес-

карбидном состоянии при управлении структурой увеличением количества углерода многократно выше, чем хрома (см. рис.). Увеличение количества углерода в твердом растворе низколегированных хромом сталей с 0,5% до 1,7% обеспечивает увеличение микротвердость приобретаемой в процессе изнашивания до 12 ГПа, а сопротивляемости изнашиванию до 10 раз.

Однако попытки реализации опытных составов в виде наплавленного металла на натуральных штампах показали, что только сплавы с повышенным содержанием хрома отвечают уровню износостойкости, который следовало ожидать исходя из результатов лабораторных испытаний. Износостойкость же низкохромистых наплавов до трех раз ниже потенциала установленного на модельных сплавах. При этом в структуре наплавленного слоя, особенно сформированного на завершающей стадии наплавки кромок штампа, вместо необходимого аустенита присутствовали мартенсит и цементит или продукты промежуточных превращений.

С целью количественной оценки влияния возможного распада аустенита при охлаждении в условиях неуправляемого термического цикла наплавки кромок штампов на износостойкость проведены испытания высокоуглеродистого опытного сплава 150X3 в различном структурном состоянии.

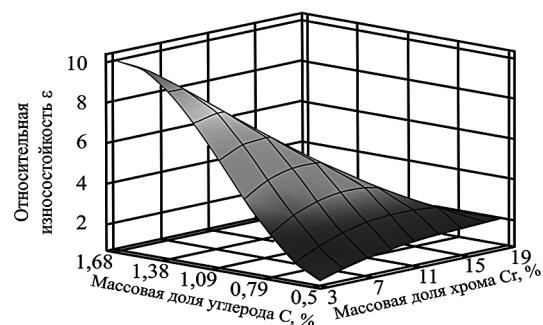


Рисунок - Изменение износостойкости опытных модельных сталей в зависимости от соотношения углерода и хрома.

Установлено, что в диапазоне структур от аустенитной, до мартенситной в сочетании с цементитом износостойкость уменьшается до пяти раз. Т.е. выпадение карбидов при недостаточной скорости охлаждения наплавленного металла является основной причиной снижения его износостойкости в сравнении с потенциально возможным уровнем сплавов данного состава.

Расчет критической скорости охлаждения, т.е. скорости при которой еще не начинается распад аустенита низколегированного сплава типа 150X3 показал, что она находится на уровне 11 °C/c. В тоже время оценка скоро-

сти охлаждения при наплавке штампов небольшой массы показала, что она изменяется в пределах от 40 °C/c в начале процесса наплавки, когда штамп еще холодный, до 3 °C/c на завершающей стадии. Поэтому структура части наплавленного валика формируется в условиях недостаточной скорости охлаждения, что не позволяет обеспечить необходимую преимущественно аустенитную структуру.

Поэтому для формирования заданной структуры металла такого состава необходимо принудительное охлаждение.

Испытания штампов, наплавленных с принудительным охлаждением, с использованием медных водоохлаждаемых формирователей, показали, что износостойкость наплавленного металла в этом случае соответствует ожидаемому уровню по результатам испытаний модельных сплавов и 3...6 раз выше, чем штампов восстановленных высоколегированными низкоуглеродистыми материалами по существующей технологии.